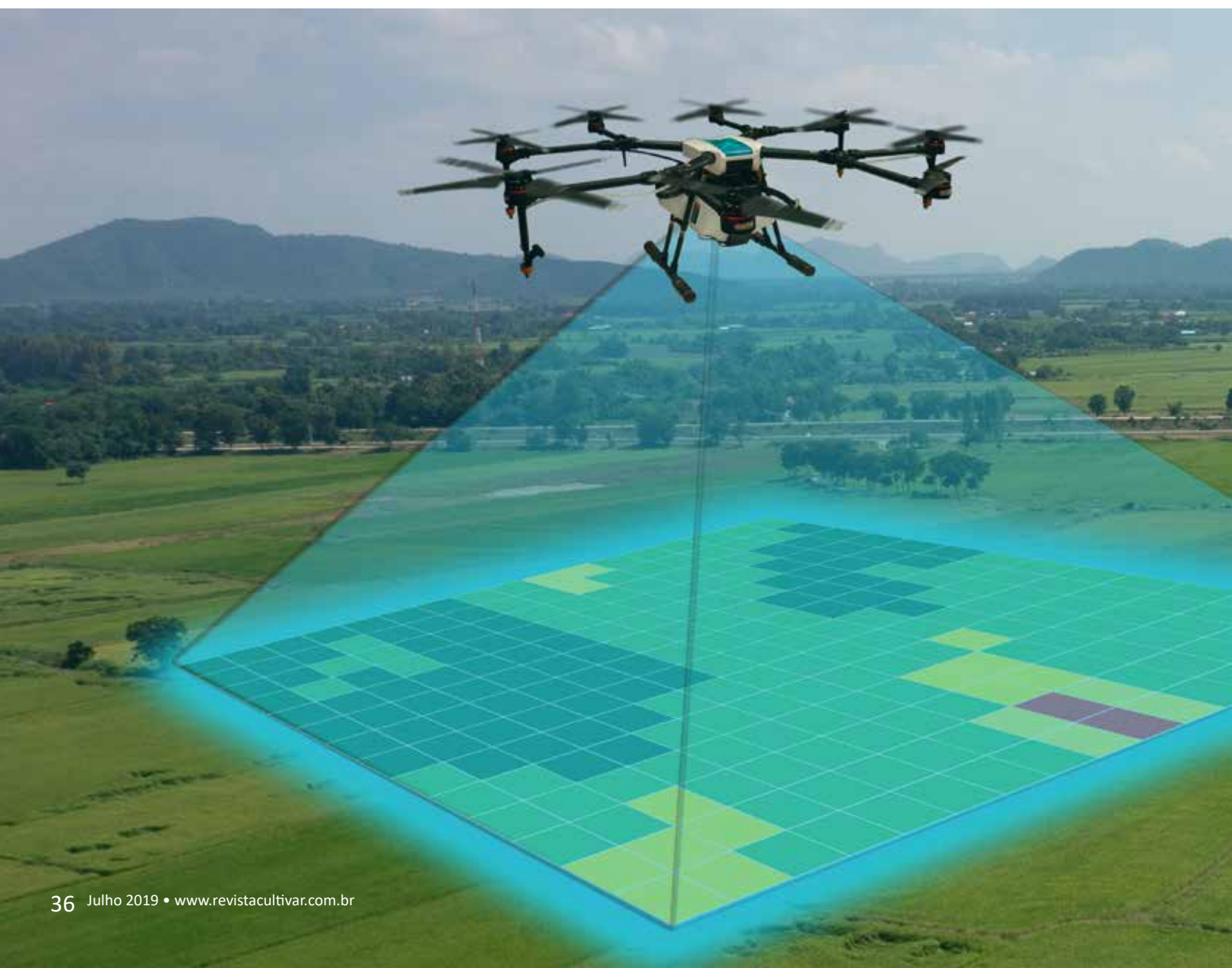


Supervisão do

O uso, cada vez mais comum, de drones nas propriedades brasileiras possibilita a detecção de patógenos em culturas de maneira precoce, o que não seria possível apenas na avaliação visual, permitindo tomada de decisão antecipada e redução de custos e prejuízos na lavoura

Nos últimos anos tem sido crescente a adesão da agricultura de precisão por médios e grandes produtores brasileiros. A agricultura de precisão pode ser definida como a utilização de tecnologias na agricultura em diversas etapas do manejo, tendo como objetivo principal aumentar a eficiência do uso de insumos agrícolas, ou ainda, monitorar a produtividade, a ocorrência de estresses e a condição nutricional das plantas. Este cenário abrange diversas vertentes da produção agrícola, desde o preparo do solo, plantio, tratos culturais até a colheita.

A agricultura de precisão disponibiliza inúmeras aplicações ao agricultor. Uma delas é a possibilidade de adotar medidas de manejo baseadas em imagens geradas por satélites e/ou Veículos Aéreos Não Tripulados (Vants), aliadas



alto

à geração de banco de dados com zonas de manejo específicas. No Brasil, os Vants são comumente chamados de drones (zangão, em inglês), enquanto o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea) também aceita a denominação de RPAs (Remotely Piloted Aircraft Systems). Para fins didáticos, a partir de agora usaremos a denominação de drones para nos referirmos às aeronaves não tripuladas e controladas remotamente.

A detecção e a identificação de pragas, doenças e plantas daninhas são

cruciais para a adoção de medidas de controle apropriadas na produção agrícola. Recentemente, pesquisas têm sido realizadas para desenvolver métodos ópticos inovadores, baseados em sensores acoplados a drones, para a detecção de estresses em plantas. Os drones destinados ao setor agrícola podem ser equipados com uma ampla gama de sensores, dentre eles, os multispectrais de alta resolução, os quais possuem capacidade para mapear grandes áreas com elevada acurácia e rapidez.

Estes drones podem ser de três tipos: multirrotor, asa fixa e híbrido. Contudo, todos apresentam vantagens e desvantagens. Os drones do tipo multirrotor possuem baixa autonomia de voo (em média de 25 a 30 minutos), impossibilitando cobrir extensas áreas

em um único voo; contudo, são relativamente baratos e acessíveis.

Os modelos de drones com asa fixa, por sua vez, apresentam alta autonomia de voo (uma a oito horas), permitindo cobrir grandes áreas em um único voo. É importante ressaltar que o seu preço aumenta de acordo com a elevação da autonomia de voo.

Os modelos híbridos combinam características dos outros modelos. Possuem boa autonomia de voo e a possibilidade de decolar e pousar na vertical, como os multirrotores, entretanto, estes modelos ainda são pouco utilizados no Brasil.

Diversos estudos têm sido desenvolvidos para melhorar a utilização das informações coletadas por drones, elaborando mapas para aplicação de defensivos em taxa variável e modelos de

Drones 4 Agro





Tipos de drones existentes: multirrotor, asa fixa e híbrido

aplicação em tempo real. Além de utilizar os próprios drones para realizar as aplicações.

As doenças geram reduções médias de até 35% na produção agrícola mundial. As estratégias atuais para o manejo das doenças são complexas, pois existem diversas variáveis que devem ser levadas em conta para o manejo das doenças em culturas agrícolas, como a resistência genética das cultivares, o histórico do local, a presença de inóculo, as condições climáticas, a época de semeadura/plantio, dentre muitas outras.

O monitoramento constante da lavoura permite a construção de bancos de dados que possibilitam a geração de zonas de manejo, facilitando as aplicações de defensivos em taxa variável. Estas aplicações podem ser realizadas por pulverizadores terrestres, como os autopropelidos, e pulverizadores acoplados a tratores, e por drones controlados remotamente.

Atualmente, existem empresas que prestam serviços destinados à agricultura com drones, particularmente, para o monitoramento e o controle de pragas e doenças. As empresas deste setor, na maioria das vezes, fornecem imagens aéreas georreferenciadas associadas a mapas com índices de vegetação, a um custo relativamente aces-

sível para os agricultores brasileiros. Portanto, a contratação deste tipo de serviço tende a aumentar consideravelmente nos próximos anos, devido às informações importantes que são fornecidas e utilizadas para aumentar a eficiência do manejo fitossanitário das culturas agrícolas.

Os métodos tradicionais para detecção, quantificação e identificação de doenças de plantas, frequentemente, são baseados no monitoramento visual. Portanto, a sua acurácia é dependente da experiência do avaliador. No entanto, está disponível no mercado uma quantidade crescente de sensores ópticos, não invasivos, com capacidade para avaliar o estado fitossanitário das plantas pelas suas propriedades de reflectância em diferentes regiões do espectro eletromagnético.

Diversos sensores são utilizados para auxiliar na detecção e identificação de doenças de plantas, fornecendo novos insights sobre as complexas relações patógeno-hospedeiro. Estas abordagens apresentam potencial para futuramente substituir os métodos de investigação destrutivos predominantes atualmente.

Na agricultura de precisão, os sensores são baseados na espectroscopia de reflectância, ou seja, em medidas de reflexão da radiação eletromagné-

tica (REM) após a interação com diferentes superfícies em diferentes comprimentos de onda, oriundas do espectro refletido.

O espectro dos sensores mais utilizados abrange a região do visível (Visible – VIS – 400nm a 700nm), o vermelho limítrofe (Red Edge – RE – 700nm a 750nm), o infravermelho próximo (Near Infrared – NIR – 700nm a 1.000nm) e o infravermelho de ondas curtas (Short Wave Infrared – SWIR – 1.000nm a 2.500nm). A sequência dos comprimentos de onda do espectro eletromagnético mais utilizadas na agricultura pode ser observada na Figura 4.

Entre os diferentes tipos de sensores existentes (termografia, fluorescência de clorofila, RGB, multiespectral e hiperespectral), os sensores hiperespectrais (350nm a 2.500nm) têm maior potencial para o monitoramento de doenças de plantas e para avaliações da interação patógeno-hospedeiro. Sensores termográficos (1.300nm a 2.500nm), de fluorescência da clorofila e RGB (400nm a 700nm), são capazes de detectar estresses em plantas, contudo, sem especificar o agente causal. Porém, quando são utilizados sensores hiperespectrais, torna-se possível identificar o patógeno e/ou a doença responsável pelo estresse na planta - direcionando as medidas de controle a serem adotadas com elevada eficiência.

A influência espectral dos patógenos depende do tipo de interação e modo de nutrição (biotrófico, hemibiotrófico, necrotrófico); tipo de crescimento, pigmentação, estágio de desenvolvimento e severidade da doença. Alterações no aparato fotossintético durante a infecção pelo patógeno são percebidas, principalmente, nos comprimentos de onda de 500nm a 680nm. Quando a infecção causa alterações na estrutura celular das plantas, ocorre uma elevada discrepância nos valores de reflectância, nos comprimentos de onda do infravermelho próximo (700nm a 1.000nm), entre as plantas saudáveis e infectadas.



Diversos estudos têm sido conduzidos a fim de se verificar as alterações na reflectância causadas por fitopatógenos nos cultivos agrícolas. Cada espécie, e até em cultivares da mesma espécie, possui uma assinatura espectral única. Sendo assim, existe a necessidade de determinar previamente como ocorrem estas alterações e quais os sensores e os espectros mais adequados para detectar as infecções fitopatogênicas.

A detecção dos sintomas em folhas de soja, por exemplo, é fundamental para a prevenção de doenças, pois, dependendo do patógeno presente na área, as consequências econômicas podem ser enormes. A detecção dos sintomas por drones equipados com sensores desempenha um papel importante no manejo de doenças em videira, pois permite monitorar grandes áreas em um curto período, diminuindo custos e aumentando a eficiência das técnicas de controle.

Com base nas informações fornecidas pelos drones é possível realizar aplicações de defensivos em taxa variável, diminuindo os custos de produção e aumentando a eficácia do controle da doença. A adoção destas técnicas para o monitoramento e o controle de doenças tem apresentado um grande aumento nas últimas décadas, especialmente para culturas de porte arbustivo, como videira, citrus, oliveiras etc.

A utilização de imagens hiperespectrais para avaliar plantas de soja suscetíveis ao míldio demonstrou que alterações na reflectância da folha podem ser detectadas antes mesmo do surgimento dos primeiros sintomas visíveis.

A reflectância nos comprimentos de onda azul aumentou e no vermelho diminuiu ao longo do intervalo do NIR e do Swir. Após a esporulação, quando os sintomas são visíveis na superfície abaxial da folha, a reflectância na superfície adaxial da folha aumentou significativamente no Vis-nir (400nm-1.000nm).

Estudos como este auxiliam os pesquisadores e técnicos no entendimento da dinâmica de fitopatógenos sobre a reflectância em plantas de lavoura - permitindo detectar a presença do patógeno de maneira precoce, o que não seria possível apenas com a avaliação visual.



Adoção de medidas de manejo baseadas em imagens geradas por drones, aliada à geração de banco de dados com zonas de manejo específicas

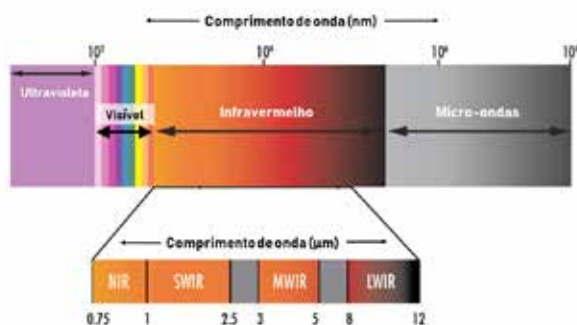
Nos próximos anos a agricultura de precisão, cada vez mais, estará presente em grandes, médias e pequenas propriedades rurais. A utilização de sensores acoplados a drones já caminha a passos largos no Brasil e no mundo. Acredita-se que 80% de todos os drones comercializados no mundo tenham aplicação na agricultura nos próximos anos.

As pesquisas também estão acompanhando esta demanda de mercado. Importantes centros de pesquisas no Brasil já adotam os drones para auxiliar na identificação e monitoramento de doenças; e contagem de plantas e avaliação do estado nutricional das plantas e da qualidade dos frutos produzidos.



Gerarda Beatriz Pinto da Silva
 Jessyca Pestana
 Jorge Azevedo
 Giordani Braga Salamon
 Jaiton Rocha Borges
 Drones for Agro

Figura 1- Comprimentos de onda do espectro eletromagnético que podem ser úteis na agricultura. (NIR – Near Infrared; SWIR - Short Wave Infrared; MWIR – Mid-Wave Infrared e; LWIR - Long Wavelength Infrared)



Mapa para aplicação de defensivos em taxa variável